

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10076411  
 PUBLICATION DATE : 24-03-98

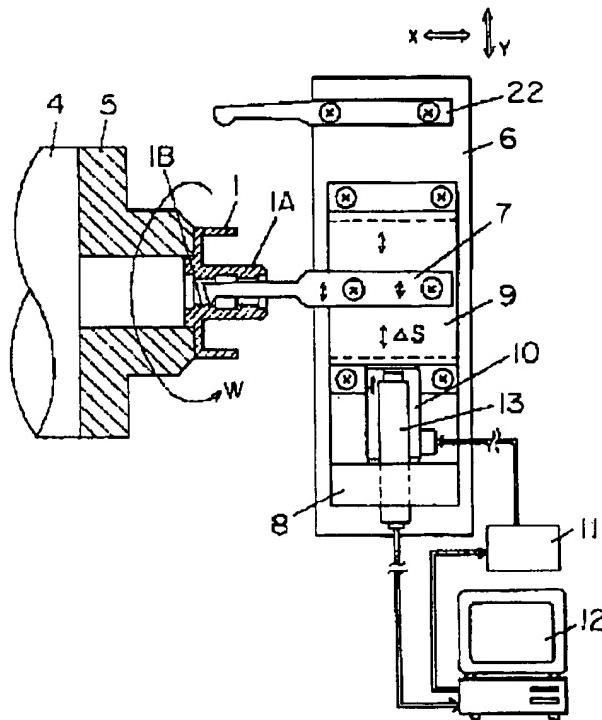
APPLICATION DATE : 03-09-96  
 APPLICATION NUMBER : 08232748

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : KUSAKA KEIGO;

INT.CL. : B23B 29/12 F16C 33/10

TITLE : GROOVED HYDRAULIC BEARING  
 PROCESSING METHOD AND ITS  
 DEVICE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To process a bearing hole in a hydrodynamic grooved bearing at high precision without giving stress on a sleeve.

SOLUTION: A device comprises a rotary spindle 4 to drive rotation of a work having a bearing hole 1B, a chuck 5, and a stage 6 slidable in X- and Y-directions, the stage 6 has a cutting tool 7 to apply machining to the shaft bearing hole 1B in the work, the cutting tool 7 has a piezoelectric element 10 to give fine vibration to a rotary spindle 4 roughly in a perpendicular direction, and the piezoelectric element 10 has a drive circuit 11 to give a voltage roughly in a half sine wave form during machining to the bearing hole 1B, so a grooved bearing hole is formed while fine vibration is given to the cutting tool 7 by the piezoelectric element 10, thereby high precision machining can be performed without generating buckling or bending of a sleeve.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-76411

(43)公開日 平成10年(1998)3月24日

(51)Int.Cl.<sup>®</sup>  
B 23 B 29/12  
F 16 C 33/10

識別記号 庁内整理番号  
7123-3J

F I  
B 23 B 29/12  
F 16 C 33/10

技術表示箇所  
A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全7頁)

(21)出願番号

特願平8-232748

(22)出願日

平成8年(1996)9月3日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 浅田 隆文

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 浜田 力

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 森本 正人

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

最終頁に続く

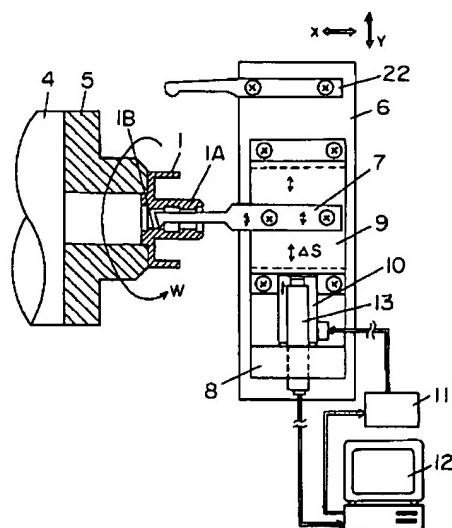
(54)【発明の名称】溝付き流体軸受加工方法及びその装置

(57)【要約】

【課題】スリーブに応力をかけず高精度に動圧溝付き流体軸受の軸受穴を加工する。

【解決手段】軸受穴1Bを有する被加工物を回転駆動させる回転スピンドル4とチャック5と、XY方向に摺動可能なステージ6を有し、このステージ6に前記被加工物の前記軸受穴1Bの加工を施すバイト7を有し前記バイト7に前記回転スピンドル4に対し略直角方向に微振動を与える圧電素子10を有し、前記軸受穴1B加工中に圧電素子10に略半正弦波形状の電圧を与える駆動回路11を有し、圧電素子10でバイト7に微振動を与えるながら溝付き軸受穴を加工するので、スリーブに座屈、曲がりが無く高精度に加工できる。

1...フレーム  
IA...スリーブ  
IB...軸受穴  
4...スピンドル  
5...チャック  
6...ステージ  
7...バイト  
8...サブステージ  
9...並行バネ  
10...圧電素子  
11...圧電素子駆動回路  
12...コンピュータ  
13...変位センサー  
22...第2バイト



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸受穴を有する被加工物を回転駆動させる回転スピンドルとチャックと、XY方向に摺動可能なステージを有し、このステージに前記被加工物の前記軸受穴の加工を施すバイトを有し前記バイトに前記回転スピンドルの回転軸に対し略直角方向に微振動を与える圧電素子を有し、前記軸受穴加工中に圧電素子に直線と略半円弧からなる略半正弦波形状の電圧を与える駆動回路を有する溝付き流体軸受加工装置。

【請求項2】 軸受穴加工中に圧電素子に直線と略半円弧から成る略半円弧波形状で、前記直線と前記略半円弧が円弧で滑らかに連続された略半正弦波状の電圧を与える駆動回路を有する請求項1記載の溝付き流体軸受加工装置。

【請求項3】 軸受穴を有する被加工物を回転駆動させる回転スピンドルとチャックと、XY方向に摺動可能なステージを有し、このステージに前記被加工物の前記軸受穴の加工を施すバイトを有し前記バイトに前記回転スピンドルの回転軸に対し略直角方向に微振動を与える圧電素子を有し、前記軸受穴にボールを挿入する押圧子と、このボールの挿入荷重を検出する検出手段を有する溝付き流体軸受加工装置。

【請求項4】 スリープの軸受穴に下穴を加工する工程と、バイトにより前記下穴内面と動圧発生溝を圧電素子による微振動を与えながら同時に加工する工程と、前記内面にボールを挿入し、挿入荷重を測定する工程と、挿入荷重から内径寸法の大小を判定する工程とから成る溝付き流体軸受加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】近年、事務機器や民生機器に使われる軸受は高速、高精度化しており、動圧発生溝を有する溝付き流体軸受の必要性が高まっている。本発明は溝付き流体軸受を高精度に加工する溝付き流体軸受加工方法及びその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】以下図面を参照しながら、従来の溝付き流体軸受加工方法およびその装置の一例について説明する。図13は従来、事務機器や民生機器に使われている軸受装置の断面図である。スリープ31Aを有するフレーム31は内周面に動圧発生溝31Cを有する軸受穴31Bを有し、この軸受穴31Bにディスク33を有する軸32が回転自在に嵌め合わされている。この動圧発生溝31Cを有するフレーム31の従来の溝付き流体軸受加工方法及びその装置の構成を図14～図17に示す。図14において31は被加工物となるフレームであり、回転自在なスピンドル34に固定されたチャック35に取り付けられている。36は図中X、Y方向に摺動自在なステージであり、バイト37、溝加工用ボールまたは刃物38Aを複数個有している溝加工ツール38、内径

仕上げ加工用ローラ39Aを複数個有しているバニッシュツール39を取り付けており、ステージ36、バイト37、溝加工ツール38、バニッシュツール39が一体になって、図示しないモータ等によりX、Y方向に移動可能に構成されている。

【0003】以上のように構成された軸受内径加工装置について、以下その動作について説明する。図14において、まずスピンドル34がチャック35と共に、被加工物であるフレーム31を高速で回転駆動させる。そして、ステージ36がX、Y方向に移動して、ステージ36に取り付けられた内径加工用バイト37は、軸受穴31Bの荒加工を行なう。この時図15に示す内径D1は、所定の寸法に対して±5ミクロンメータ程度の精度に切削加工される。次に、スピンドルは、一旦停止し、ステージ36がX、Yに移動して、溝加工ツール38が軸受穴31Bに挿入され、スピンドル34は図中CW、CCW方向にゆっくり回転し、内径に魚骨状の圧力溝31Cを塑性加工または切削加工により形成する。次にステージ36はX、Y方向に移動し、バニッシュツール39が軸受穴31Bに挿入され、スピンドル34はゆっくり回転を行なう。これにより、図15(C)に示す内径D2は精度良く仕上げ加工され、±1ミクロンメータ程度の所定の寸法公差内に仕上げられ、加工は完了する。これらの加工工程を図17に示している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記のような構成では、次の様な問題点がある。即ちスリープ31Aは益々、薄肉化が進んでいるが、薄肉になると、図16において溝加工ツール38での溝加工中およびバニッシュツール39でのバニッシュ加工中にスリープ31Aに加工応力が加わり、スリープ31Aに座屈または、曲がりを生じる。また、バニッシュツール39のローラ39Aの摩耗、傷の発生により軸受穴内径の所定精度が得られないことがあった。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために本発明の溝付き流体軸受加工方法は、スリープの軸受穴に下穴を加工する工程と、バイトにより前記下穴内面と動圧発生溝を圧電素子による微振動を与えながら同時に加工する工程と、前記内面にボールを挿入し、挿入荷重を測定する工程と、挿入荷重から内径寸法の大小を判定する工程とから成るものである。

【0006】また、本発明の溝付き流体軸受加工装置は軸受穴を有する被加工物を回転駆動させる回転スピンドルとチャックと、XY方向に摺動可能なステージを有し、このステージに前記被加工物の前記軸受穴の加工を施すバイトを有し前記バイトに前記回転スピンドルの回転軸に対し略直角方向に微振動を与える圧電素子を有し、前記軸受穴加工中に圧電素子に直線と略半円弧からなる略半正弦波形状の電圧を与える駆動回路を有するも

のである。

【0007】また、上記構成において軸受穴加工中に圧電素子に直線と略半円弧から成る略半円弧波形状で、前記直線と前記略半円弧が円弧で滑らかに連結した略半正弦波状の電圧を与える駆動回路を有するものである。

【0008】さらに、本発明の溝付き流体軸受加工装置は、軸受穴を有する被加工物を回転駆動させる回転スピンドルとチャックと、XY方向に摺動可能なステージを有し、このステージに前記被加工物の前記軸受穴の加工を施すバイトを有し前記バイトに前記回転スピンドルの回転軸に対し略直角方向に微振動を与える圧電素子を有し、前記軸受穴にポールを挿入する押圧子と、このポールの挿入荷重を検出する検出手段を有するものである。

【0009】本発明は、上記した構成によって、被加工物を回転させ、ステージをX、Y方向に移動する事により、バイトで軸受穴を加工すると同時に、圧電素子に任意の電圧波形を与えて伸縮させ、この伸縮で被加工物の内径に動圧発生溝を形成するとともに、加工後ポールを軸受穴に圧入しこの時の荷重を検出し、この荷重の大小を内径寸法に換算することにより内径寸法を検査することが可能となるものである。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下本発明の溝付き流体軸受加工方法及びその装置について、図1～図12を参考しながら説明する。図1～図3は本発明の第1の実施の形態を示す。図1において1は被加工物となるフレームであり、回転駆動自在なスピンドル4に固定されたチャック5に取り付けられている。6は図中X、Y方向に摺動自在なステージでありサブステージ8が取り付けられている。図2に示すようにサブステージ8にはバイト7を固定された並行バネ9が取り付けられている。バイト7は並行バネ9と共に圧電素子10の伸縮により図中矢印△S方向に変位または、振動可能に構成されている。11は駆動回路、12はコンピュータ、13は変位センサー、22は第2バイトである。ステージ6、バイト7、サブステージ8、並行バネ9、圧電素子10、変位センサー13、第2バイト22は図示しないモータ等の駆動手段により一体になって、X、Y方向に移動可能に構成されている。

【0011】以上のように構成された溝付き流体軸受加工方法及びその装置の第1の実施形態について、以下その動作を説明する。図1においてまずスピンドル4がチャック5と共に、被加工物であるフレーム1を高速で回転駆動させる。そして、ステージ6がX、Y方向に移動して、ステージ6に取り付けられたバイト7はフレーム1の軸受穴1Bの荒加工を行なう。この時図2に示すようにサブステージ8に取り付けられたバイト7は、駆動回路11が発生する電圧の変化により圧電素子10が伸縮させられ、これにより並行バネ9とともに△Sの変位または振動が与えられる。尚必要に応じこの変位△Sは

変位センサー13により検出され、ねらいの変位量に対して誤差が生じた時は、コンピュータ12が指令を出し駆動回路の発生電圧を補正し正しい変位量が得られるようになっている。図3において被加工物であるスリーブ1Aはスピンドル4により回転させると共に、フレーム1の軸受穴1Bにバイト7が挿入され、軸受穴の内径が加工されるが、同時に、△Sの振動により動圧発生溝1Cが加工される。

【0012】本発明の加工装置によればスリーブ1Aが薄肉でも、バイト7で軸受穴1Bの仕上げ加工と動圧発生溝1Cの加工を行なうため、スリーブ1Aにはほとんど加工応力がかからないため、座屈や曲がりを起こさず軸受穴1Bの精度（真円度、円筒度）は良好に仕上がる。

【0013】つぎに本発明の第2の実施形態について図4～図8にもとづき説明する。第2の実施形態の構成、動作は第1の実施形態の場合と同じである。以下に第1の実施形態との違いについてのみ説明する。図4は圧電素子10の駆動回路11が発生する電圧波形23を示している。この電圧波形23は、図3の動圧発生溝1Cのようにヘリングボーン形状の溝が加工できる様に工夫されている。即ち、図4の波形23は直線部23Aと曲線部23Bから成り即ち略半正弦波であり、またスピンドル4の1回転周期をW1、W2とすると、電圧波形23の1周期t1、t2はW1、W2よりも、少し長くまたは短くなる様波形が決められている。

【0014】図3においてスピンドル4の回転Wとバイト7の送り速度が一定であるとすると、図3の記号L1の範囲ではt1、t2はW1、W2より短く、L2の範囲ではt1、t2はW1、W2より長くするよう波形を決めている。これによりスリーブ1Aの軸受穴1Bに図5に示すヘリングボーン型動圧発生溝1Cが加工される。

【0015】次に図6は圧電素子10の駆動回路11が発生する別の電圧波形24を示している。この波形においては、直線部24Aと、曲線部24Bは、略円弧部24Cでつながれ、これにより軸受穴1Bの断面は図7の様に滑らかな曲面となる。図8に示すとおり、図13のような動圧溝付き流体軸受では、滑らかな円弧を有する軸受の方が寿命時間が約2倍長い事が実験的にわかつており、図6の電圧波形24により、長寿命な軸受が加工できる。

【0016】図9～図12は本発明の溝付き流体軸受加工方法及びその装置の第3の実施形態を示している。図9において1は被加工物のフレームであり、回転駆動自在なスピンドル4に固定され、穴5Aを有するチャック5に取り付けられている。6は図中X、Y方向に摺動自在なステージでありサブステージ8が取り付けられ、サブステージ8にはバイト7を固定された並行バネ9が取り付けられている。バイト7は並行バネ9と共に圧電素

子10の伸縮により図中矢印△S方向に変位または、振動可能に構成されている。11は駆動回路、12はコンピュータ、13は変位センサー、22は第2バイトである。また14は押圧子、15はロードセル、16はボール、17はホッパー、18はシート、20は回収器、21は容器であり、6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 22は図示しないモータ等の駆動手段により一体になって、X, Y方向に移動可能に構成されている。

【0017】以上のように構成された溝付き流体軸受加工方法及びその装置の第3の実施形態について、以下の動作を説明する。図9においてまずスピンドル4がチャック5と共に、被加工物であるフレーム1を高速で回転駆動させる。そして、ステージ6がX, Y方向に移動して、ステージ6に取り付けられたバイト7はフレーム1の軸受穴1Bの荒加工を行なう。この時第1の実施形態と同様に図2に示すようにサブステージ8に取り付けられたバイト7は、駆動回路11が発生する電圧の変化により圧電素子10が伸縮させられ、これにより並行バネ9とともに△Sの変位または振動が与えられる。尚必要に応じこの変位△Sは変位センサー13により検出され、ねらいの変位量に対して誤差が生じた時は、コンピュータ12が指令を出し駆動回路の発生電圧を補正し正しい変位量が得られるようになっている。図3において被加工物であるスリープ1Aはスピンドル4により回転させられると共に、スリープ1Aの軸受穴1Bにバイト7が挿入され、軸受穴1Bの内面が加工されるが、同時に、△Sの振動により動圧発生溝1Cが加工される。このように加工が完了すると、図9のスピンドル4は停止し、図10に示すように、ホッパー17から供給されたボール16は、軸受穴1Bよりも僅かに数ミクロンメタ大の直径であるが、これを押圧子14が被加工物であるフレーム1の軸受穴1Bに押し通しこの時の抵抗荷重をロードセル15等の荷重検出手段が検出し、コンピュータ12はこの検出荷重から演算により、軸受穴1Bの内径寸法を求める。またボール16と軸受穴1Bの径差は僅かであり、スリープは弹性限度内の小さな応力を受けるが永久変形する事は無い。その後ボール16は図11に示すようにノズル19から吐出される空気により、チャック5の穴5Aを通して回収器20から容器21に回収される。そしてコンピュータ12が求めた内径と所定の内径との間に誤差が有る場合は、必要に応じ駆動回路11の発生電圧に補正をかけられ、仕上がりの内径は、微妙に制御がかけられる。図12は本実施形態における加工方法を示す図である。

【0018】本実施形態の溝付き流体軸受加工装置によればスリープ1Aが薄肉でも、バイト7で軸受穴1Bの仕上げ加工と動圧発生溝1Cの加工を行なうため、スリープ1Aにはほとんど加工応力がかからず、軸受穴1Bは曲がりが生じないため精度（真円度、円筒度）が良好

に仕上がる。

【0019】尚、図10においてボール16は複数個あり、順次ホッパー17から供給される場合について説明したが、ボール16は1個であり、押圧子14に固定され一体に設けられ、繰り返し使用されても良い。この場合、ホッパー17、シート18、穴5A、ノズル19、回収器20、容器21は不要である。

【0020】尚、軸受穴1Bの荒加工は、バイト7だけによらずとも、第2のバイト22により加工しても良い。

【0021】尚サブステージ8はステージ6と一体であっても同じである。

#### 【0022】

【発明の効果】以上のように本発明の溝付き流体軸受加工方法及びその装置は、バイトでスリープの軸受穴内面の仕上げ加工および動圧発生溝を加工するので薄肉のスリープでも応力をかけずに加工するため、座屈や変形がなく高精度に加工が行える。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の溝付き流体軸受加工装置の構成図

【図2】図1に示す第1実施形態の詳細図

【図3】本発明の第1実施形態における加工説明図

【図4】本発明の第2実施形態における圧電素子駆動電圧波形の図

【図5】本発明の第2実施形態における軸受穴断面図

【図6】本発明の第2実施形態における圧電素子駆動電圧波形の図

【図7】本発明の第2実施形態における軸受穴断面図

【図8】流体軸受の寿命の説明図

【図9】本発明の第3実施形態における溝付き流体軸受加工装置の構成図

【図10】図9に示す第3実施形態におけるボール挿通の状態を示す詳細図

【図11】第3実施形態におけるボール挿通の状態を示す詳細図

【図12】本発明の第1～第3の実施形態における溝付き流体軸受加工方法を示す工程図

【図13】溝付き流体軸受の概略断面図

【図14】従来の溝付き流体軸受の加工装置の構成図

【図15】従来の溝付き流体軸受加工方法の工程説明図

【図16】従来の溝付き流体軸受加工方法の説明図

【図17】従来の加工方法工程図

#### 【符号の説明】

1 フレーム

1A スリープ

1B 軸受穴

1C 動圧発生溝

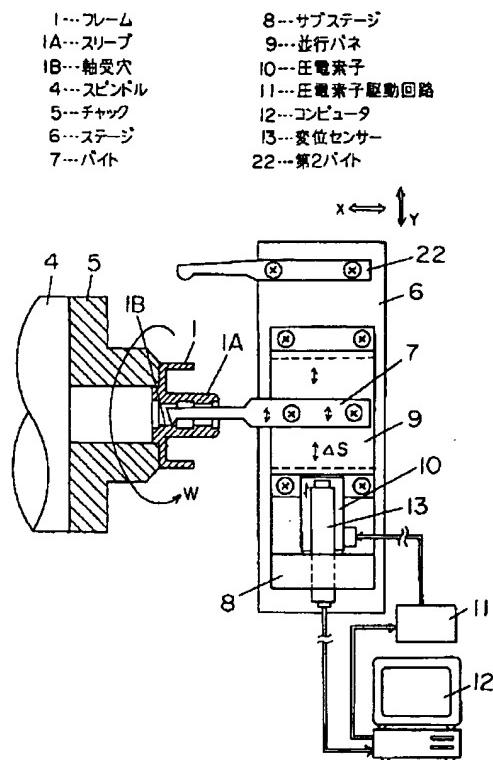
4 スピンドル

5 チャック

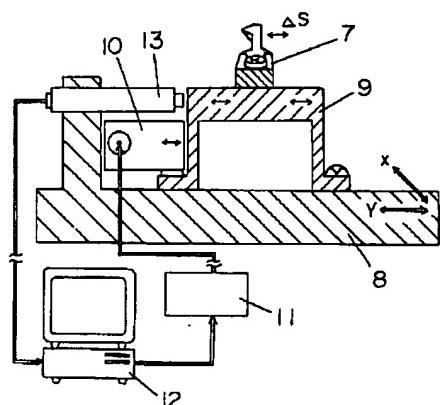
- 6 ステージ  
7 バイト  
8 サブステージ  
9 並行バネ  
10 圧電素子  
11 駆動回路  
12 コンピュータ  
13 変位センサー  
14 押圧子

- 15 ロードセル  
16 ポール  
17 ホッパー  
18 シュート  
19 ノズル  
20 回収器  
21 容器  
22 第2バイト

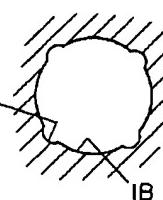
【図1】



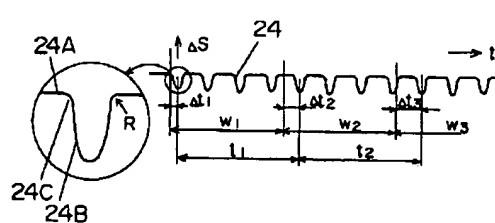
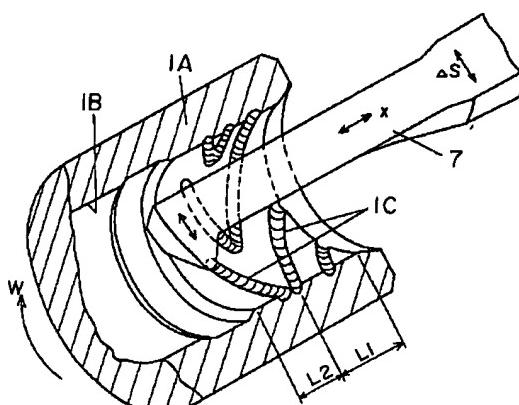
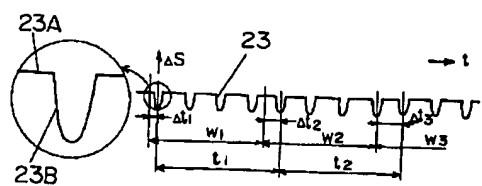
【図2】



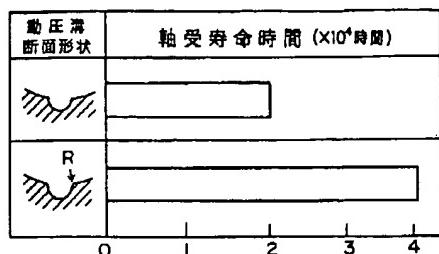
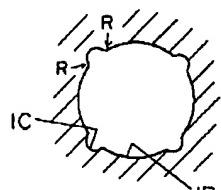
【図5】



【図4】



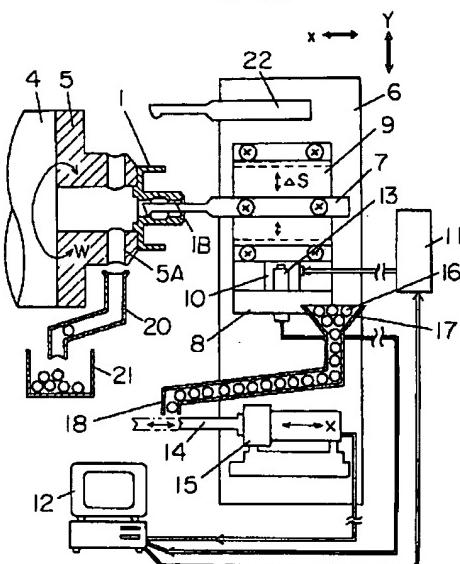
【図7】



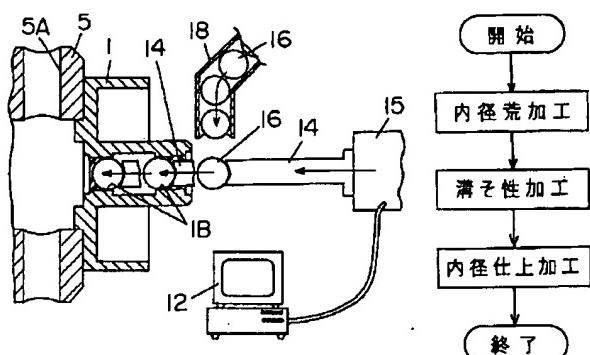
【図8】

【図9】

5A…穴  
14…押庄子  
15…ロードセル  
16…ポール  
17…ホッパー  
18…シート  
20…回収器  
21…容器

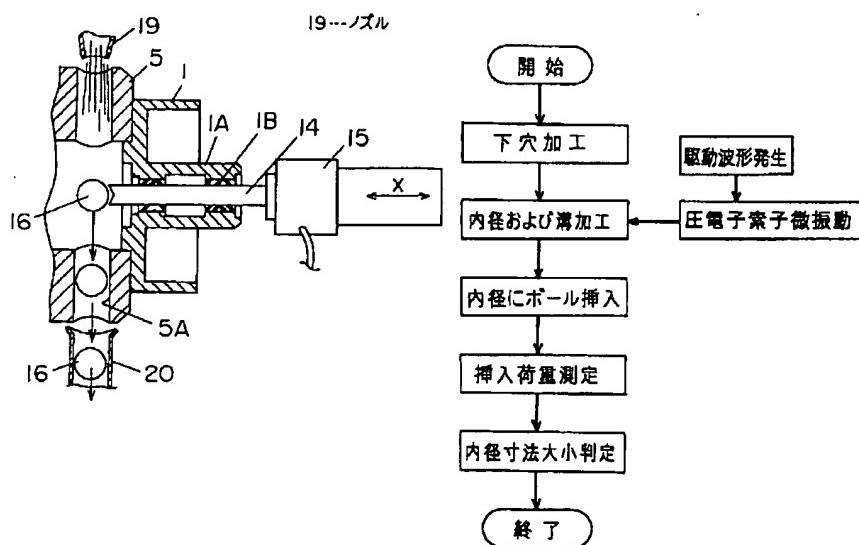


【図10】



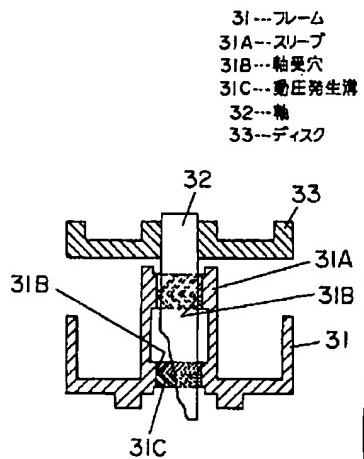
【図17】

【図11】

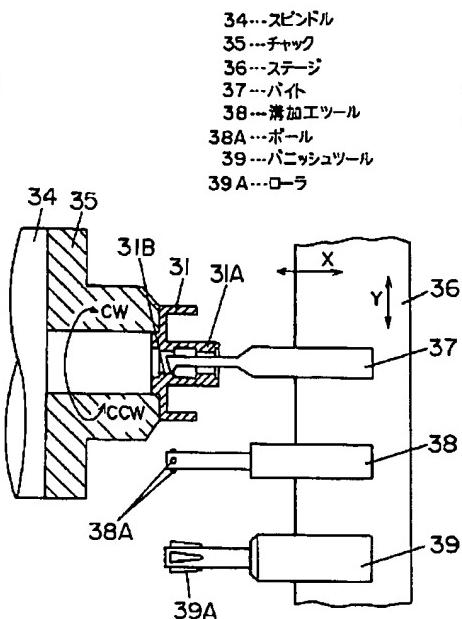


【図12】

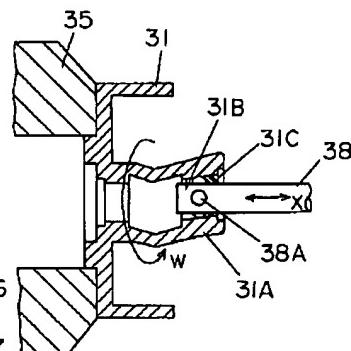
【図13】



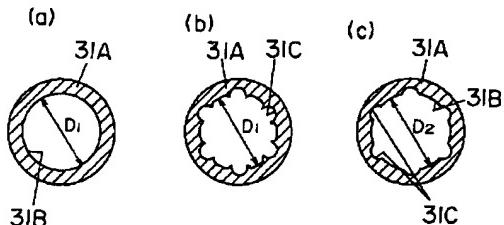
【图14】



【図16】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 日下 圭吾  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内